



Informe Mensual de Calidad del Aire de Bogotá

Agosto 2023

Estación Ciudad Bolívar

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de
Bogotá - RMCAB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Claudia Nayibe López Hernández
Alcaldesa Mayor de Bogotá D.C.

Carolina Urrutia Vásquez
Secretaria Distrital de Ambiente

Agosto Cesar Pulido Puerto
Subsecretario General y de Control
Disciplinario

Rodrigo Alberto Manrique Forero
Director de Control Ambiental

Hugo Enrique Sáenz Pulido
Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y
Visual

Diego Andrés Chavarro Rodríguez
Coordinador Técnico RMCAB

José Hernán Garavito Calderón
Profesional Especializado RMCAB

Eaking Ballesteros Urrutia
Edna Lizeth Montealegre Garzón
Jennyfer Montoya Quiroga
Karen Lorena Londoño Murcia
Grupo de Validación y Análisis de la RMCAB

Darío Alejandro Gómez Flechas
Henry Ospino Dávila
Luz Dary González González
Jesús Alberto Herrera Dallos
Luis Hernando Monsalve Guiza
Hamilton Andrés Bravo Arandia
Grupo de Operación de la RMCAB

Ana Milena Hernández Quinchara
Coordinadora Técnica del SATAB

María Camila Buitrago Jiménez
Lady Mateus Fontecha
Luisa Fernanda Osorio Marín
Karen Viviana Pinzón Acosta
Grupo del SATAB

Secretaría Distrital de Ambiente
Avenida Caracas No. 54 - 38

© Agosto 2023, Bogotá - Colombia
Informe Mensual de la Red de Monitoreo de
Calidad de Aire de Bogotá D.C.

Septiembre 2023
Impreso en Colombia

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

1. RESUMEN EJECUTIVO

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) con respecto a los niveles máximos permisibles, en el mes de agosto de 2023 se tuvieron once (11) excedencias diarias de las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y siete (7) excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$). En cuanto a las concentraciones 1h de dióxido de azufre (SO_2) se presentaron cuatro (4) excedencias. Respecto a las concentraciones de ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), y el dióxido de nitrógeno (NO_2) no se registraron excedencias a la normatividad.

En el mes de agosto se evidenció un aumento considerable de las concentraciones, máximos y excedencias de PM_{10} y $PM_{2.5}$ respecto al mes anterior. En cuanto a las concentraciones y excedencias de los gases, contaminantes criterio, CO, O_3 , SO_2 y NO_2 , aumentaron las excedencias en SO_2 y se evidenció una tendencia a al aumento de los gases en general respecto al mes anterior, aunque en algunas estaciones hubo mucha variabilidad, unas subieron y otras bajaron, lo cual es coherente con la matriz ambiental.

De otra parte, aunque se presentan datos de concentración que no cumplieron con el porcentaje de representatividad temporal del 75%, establecido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire expedido por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estos datos se presentaron como indicativos, pero no se incluyeron dentro de los cálculos y análisis de resultados de concentración. La representatividad temporal de los resultados de parámetros de gases en las estaciones de monitoreo, Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma, se vio afectada por variabilidad de la temperatura interna y consecuentemente de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados en las estaciones. Para cada hora de excedencia al rango de referencia de temperatura interna y desviación estándar, se invalidaron los datos de contaminantes en la respectiva estación.

En cuanto a las interferencias al monitoreo durante el mes, se evidenciaron algunas podas realizadas contiguas a la estación Jazmín y en su área circundante una construcción generadora de material resuspendido, asimismo, se evidenciaron quemas en el área de influencia de la estación Ciudad Bolívar, aun así, estos sucesos no interfirieron en el monitoreo de contaminantes criterio, ni registraron tendencias atípicas a nivel ciudad. También, se evidenciaron incendios en Soacha y en los cerros orientales el mes de agosto, los cuales se detallarán en el capítulo de eventos de contaminación atmosférica.

Por otro lado, en el mes de agosto se realizó el procesamiento de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE del mes de julio de 2023. De otra parte, el grupo operativo de campo de la RMCAB realizó gestiones para la atención de fallos zonales de internet en la estación San Cristóbal, también realizó instalaciones y análisis para intercomparaciones con sensores meteorológicos.

Finalmente, se trabajó en la actualización de dos (2) procedimientos y un (1) instructivo, que permiten el trabajo de validación y metrológico en la RMCAB.

Nota: Este informe “Informe mensual de calidad del aire agosto 2023”, se encuentra vinculado como anexo al resumen ejecutivo del proceso No. 6036099 del Sistema de Información Ambiental FOREST de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

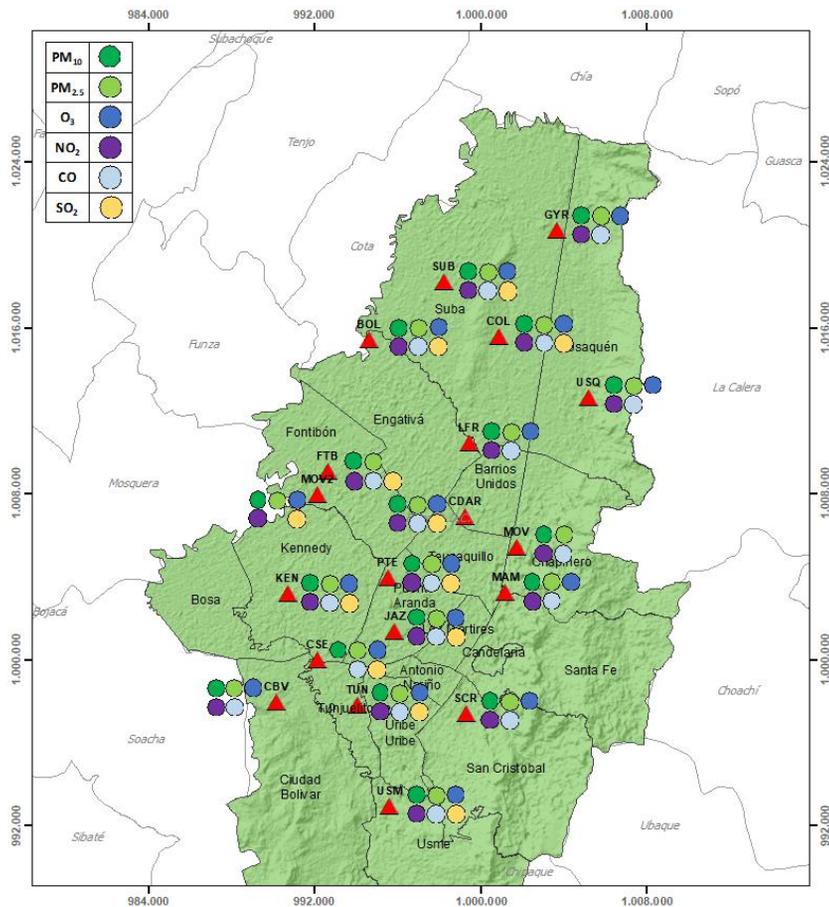


Figura 1. Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB distribuidas a lo largo y ancho de Bogotá D.C.

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB es propiedad de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA desde el año 1997, la cual realiza el monitoreo de los contaminantes criterio PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO , y las variables meteorológicas precipitación, temperatura, presión atmosférica, radiación solar, velocidad y dirección del viento. La RMCAB está conformada en la actualidad por 19 estaciones que cuentan con sensores y analizadores automáticos, que reportan datos actualizados cada hora sobre la calidad del aire en la ciudad. Cada estación se encuentra ubicada en un lugar específico de la ciudad, atendiendo a los requerimientos definidos en la normatividad vigente (distancia a fuentes de emisión, posibles interferencias, restricciones de funcionamiento), y por lo tanto cada una registra las condiciones de la calidad del aire de una zona de influencia mediante mediciones en superficie.

Los contaminantes criterio (PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO) son los compuestos presentes en el aire cuyos efectos en el ambiente y en la salud se han establecido por la comunidad científica a través de estudios y pruebas, por lo cual tienen unos niveles máximos de concentración establecidos para evitar dichos efectos adversos, entre los cuales se relacionan las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, y efectos en la visibilidad y la química atmosférica. Dichos niveles son establecidos mediante objetivos intermedios por la Organización Mundial de la Salud, y se encuentran regulados en Colombia por la Resolución 2254 de 2017 del MADS.

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

En las estaciones de la RMCAB se realiza el monitoreo de la temperatura y la humedad al interior de las cabinas, con el fin de asegurar las condiciones ambientales necesarias para el correcto funcionamiento de los sensores y analizadores en cada estación.

Para el mes de agosto de 2023 la temperatura interna se mantuvo entre los 20 y 30°C en la mayoría de las estaciones, sin embargo, en las estaciones Carvajal – Sevillana y Móvil 7ma todos los registros muestran que no se han podido mantener en tal rango debido que los aires acondicionados de dichas estaciones presentan fallas.

Aun así, el 25 de julio de 2023 se actualizó el PA10-PR05-INS1 “Revisión y validación de datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB” el cual presenta un nuevo lineamiento que indica: “...Datos de los parámetros de gases (CO, SO₂, (NO, NO_x, NO₂) y O₃) de la estación en el periodo específico donde la temperatura interna del shelter no cumpla con los criterios establecidos en el numeral 7.2.2 Sampling Environment del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Handbook Volume II... Datos de los parámetros de PM₁₀ y PM_{2.5} de la estación en el periodo específico donde la temperatura no cumpla con los rangos de operación establecidos en los manuales de los equipos (verificar para cada marca)”, por lo tanto, solo se invalidan los datos de los parámetros mencionados en las estaciones a las que aplique.

Por otro lado, la humedad interna se mantuvo entre 71.3% y 16.2% en todas las estaciones. En la Tabla 1, se presentan las estaciones que actualmente hacen parte de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB y las siglas que se utilizan para su identificación, de esta manera se encontrarán citadas las estaciones a lo largo de este documento.

Tabla 1. Nombres y siglas de las estaciones de la RMCAB

Estación	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	Centro de Alto Rendimiento	MinAmbiente	Móvil 7ma	Fontibón	Colina
Sigla	GYR	USQ	SUB	BOL	LFR	CDAR	MAM	MOV	FTB	COL
Estación	Puente Aranda	Jazmín	Kennedy	Carvajal - Sevillana	Tunal	Ciudad Bolívar	San Cristóbal	Usme	Móvil Fontibón	
Sigla	PTE	JAZ	KEN	CSE	TUN	CBV	SCR	USM	MOV2	

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

3. GESTIONES ADMINISTRATIVAS DE LA RMCAB

En el mes de agosto, se realizó el procesamiento de variables meteorológicas y contaminantes criterio para cargue en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE del mes de julio de 2023.

De otra parte, el grupo operativo de campo realizó gestiones para la atención de fallos zonales de internet en la estación San Cristóbal, también realizó instalaciones y análisis para intercomparaciones con sensores meteorológicos en las estaciones Puente Aranda, CDAR, Las Ferias y Suba. Asimismo. Adicionalmente, se atendió falla del aire acondicionado de la estación Ferias para su funcionamiento habitual.

Finalmente, se actualizaron el procedimiento PA10-PR05 *“Revisión y validación de datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB”*, el instructivo PA10-PR05-INS1 *“Revisión y validación de datos de la RMCAB”* y el procedimiento PA10-PR01 *“Gestión metrológica para las mediciones, tomas de muestras y monitoreos en el Laboratorio Ambiental SDA”*.

4. CALIDAD DEL AIRE (DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, TEMPORAL Y TENDENCIAS)

En los siguientes apartados se muestran los resultados y cálculos obtenidos con base en las mediciones de concentraciones de contaminantes criterio durante el mes de agosto de 2023.

4.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM10

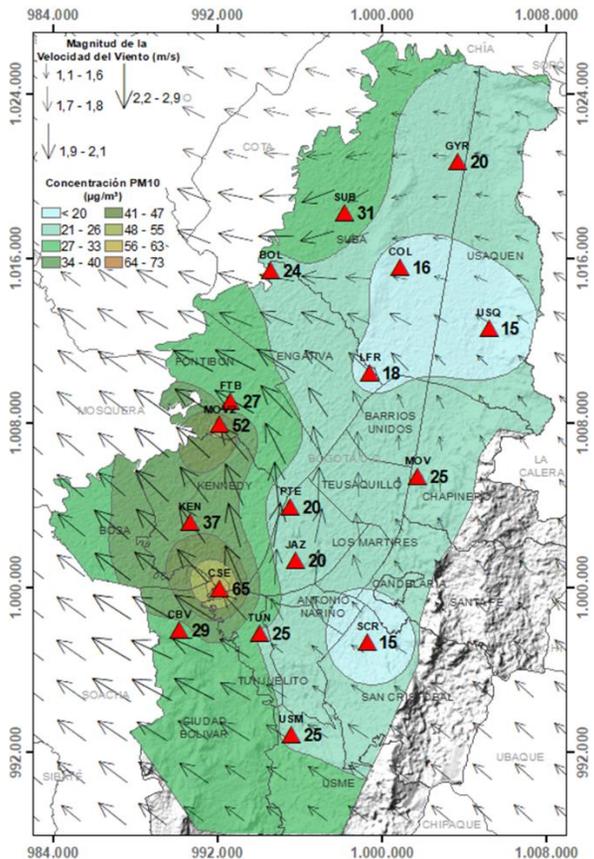


Figura 2. Distribución espacial concentraciones mensuales PM₁₀ – agosto 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente Carvajal - Sevillana (65.3 µg/m³) y en el occidente en Móvil Fontibón (52.3 µg/m³) mientras que las menores concentraciones se registraron en el suroriente en San Cristobál (14.5 µg/m³) y en el norte en Usaquén (15.0 µg/m³). Las concentraciones máximas diarias más altas para el mes corresponden a 101.9 µg/m³ en Móvil Fontibón y a 100.3 µg/m³ en Carvajal - Sevillana; estas sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria (75 µg/m³). En el mes se registraron en total once (11) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, cinco (5) en Carvajal – Sevillana, cuatro (4) en Móvil Fontibón y dos (2) en Ciudad Bolívar, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM₁₀. En las estaciones MinAmbiente (58%) y CDAR (68%) se presentaron fallos con los equipos, lo que provocó datos atípicos que tuvieron que invalidarse.

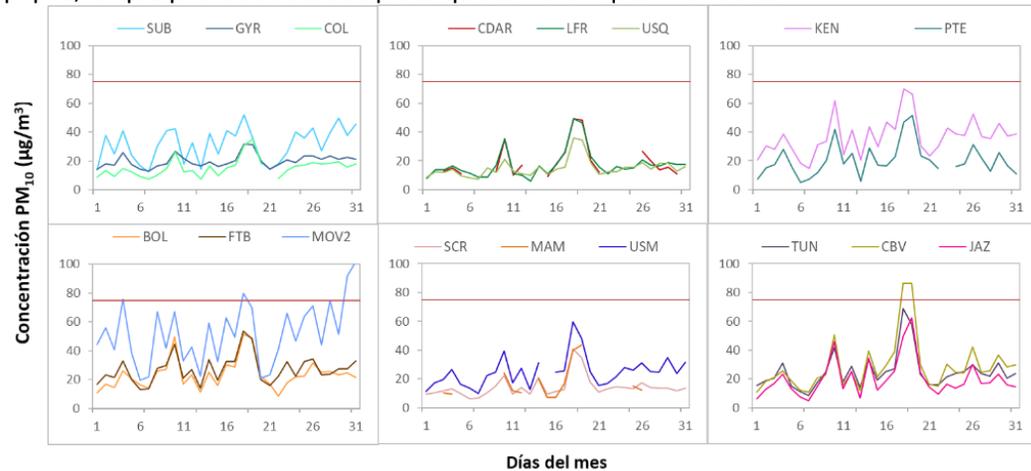


Figura 3. Concentraciones diarias PM₁₀ por estación de monitoreo - agosto 2023

4.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM2.5

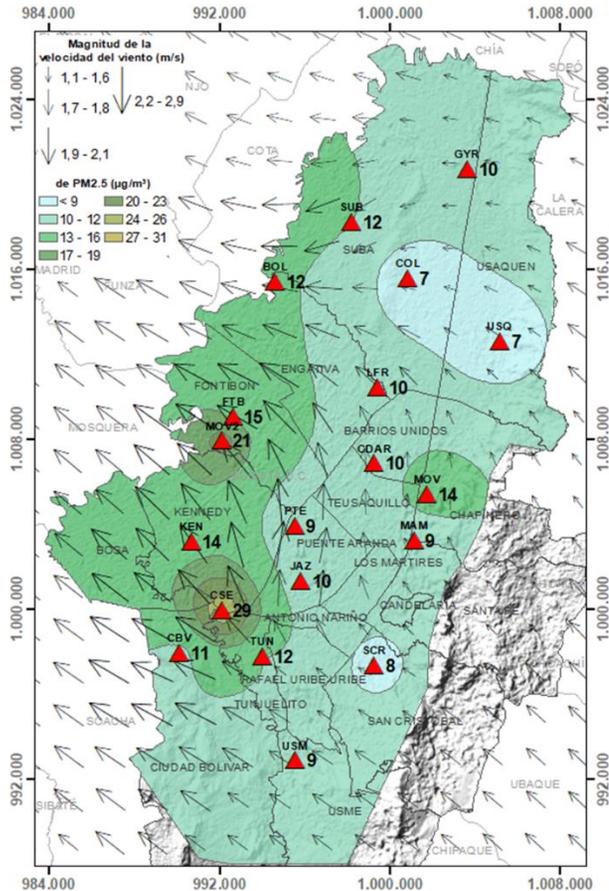


Figura 4. Distribución espacial concentraciones mensuales PM_{2.5} – agosto 2023

Las concentraciones promedio mensuales más altas se presentaron en el suroccidente en Carvajal - Sevillana ($29.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en el occidente en Móvil Fontibón ($21.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que las menores concentraciones se registraron al norte en Usaquéen ($7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en Colina ($7.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las concentraciones máximas diarias más altas del mes corresponden a $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Carvajal - Sevillana y $43.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Kennedy; estas concentraciones sobrepasaron el nivel máximo definido por la norma nacional diaria ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En el mes se registraron siete (7) excedencias de las concentraciones promedio 24 horas, tres (3) en Carvajal – Sevillana, dos (2) en Móvil Fontibón, una (1) en Ciudad Bolívar y una (1) en Kennedy, las cuales NO CUMPLIERON con el nivel máximo permisible de la norma de PM_{2.5}.

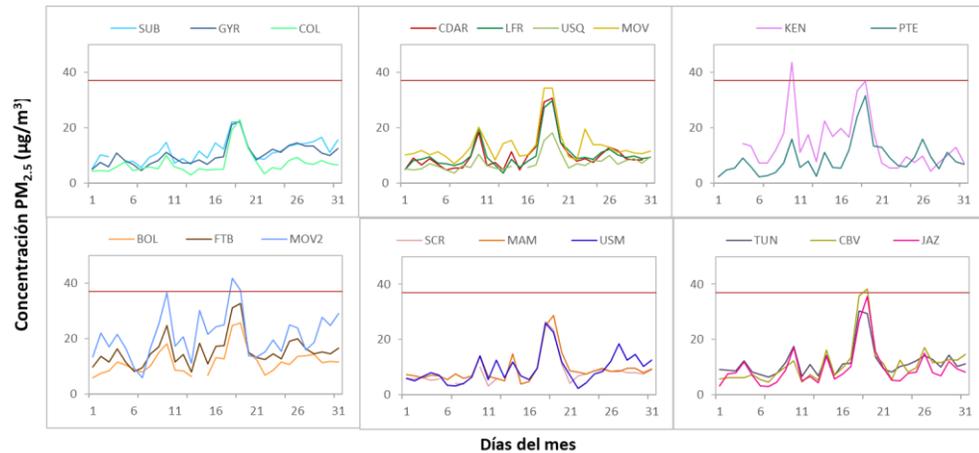


Figura 5. Concentraciones diarias PM_{2.5} por estación de monitoreo – agosto 2023

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

4.3. CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS Y EL MATERIAL PARTICULADO

La Figura 6 representa la variación diaria en la ciudad de las concentraciones de PM₁₀, PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento durante el mes de agosto de 2023. Se evidencia que cuando se registraron incrementos de la velocidad del viento, las concentraciones de material particulado disminuyeron, presentando un comportamiento inverso y favorable para la calidad del aire en la ciudad, observando la mayor influencia los días 1, 13 y 22 de agosto. Asimismo, las concentraciones de material particulado se incrementaron los días 10, 14 y 18 de agosto que coinciden con disminuciones en la velocidad del viento. Por otro lado, los días 18, 20 y 21 presentaron precipitaciones más altas que el resto del mes, el 20 y el 21 se evidencia una disminución considerable en el material particulado y la velocidad del viento aumenta y es estable respectivamente, pero el 18 aunque se presentaron cantidades significativas de precipitación, la velocidad del viento disminuyó y se subieron las concentraciones de material particulado.

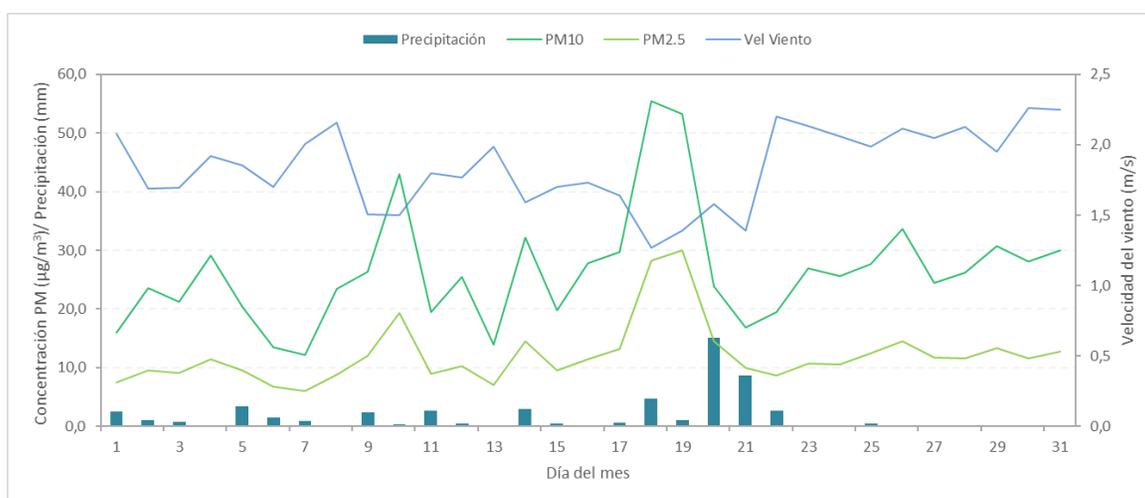


Figura 6. Promedio de concentración PM₁₀ y PM_{2.5}, precipitación y velocidad del viento a nivel ciudad – agosto 2023

Cabe resaltar que dichas variaciones dependen del comportamiento de las variables meteorológicas según la época del año, ya que en la época seca (primer y tercer trimestre) hay mayor tendencia a que se presenten inversiones térmicas en las mañanas, también depende de la variación diaria de las concentraciones (reducción en fines de semana) y de la influencia de fenómenos regionales como corrientes de viento o arrastre de material particulado por incendios forestales u otros eventos de contaminación atmosférica.

Por otro lado, en la Figura 7 se observa la comparación del comportamiento horario durante el mes de agosto de 2023 de la altura de la capa de mezcla, las concentraciones de PM_{2.5} y la velocidad del viento en la estación Tunal y en la Figura 8 para la estación Guaymaral.

Se puede evidenciar que los registros más bajos de altura de capa de mezcla coinciden con incrementos de la concentración de material particulado, debido a que hay un volumen menor de aire para la dispersión del contaminante, lo cual ocurre principalmente en las madrugadas cuando

	METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

la temperatura del aire es más baja, la velocidad del viento también es más baja y la atmósfera más estable. Como ejemplo de lo anterior, este comportamiento se observa en la Figura 7 correspondiente a la estación Tunal el 15 y el 19 de agosto y la Figura 8 correspondiente a la estación Guaymaral el 12 y el 26 de agosto.

TUNAL

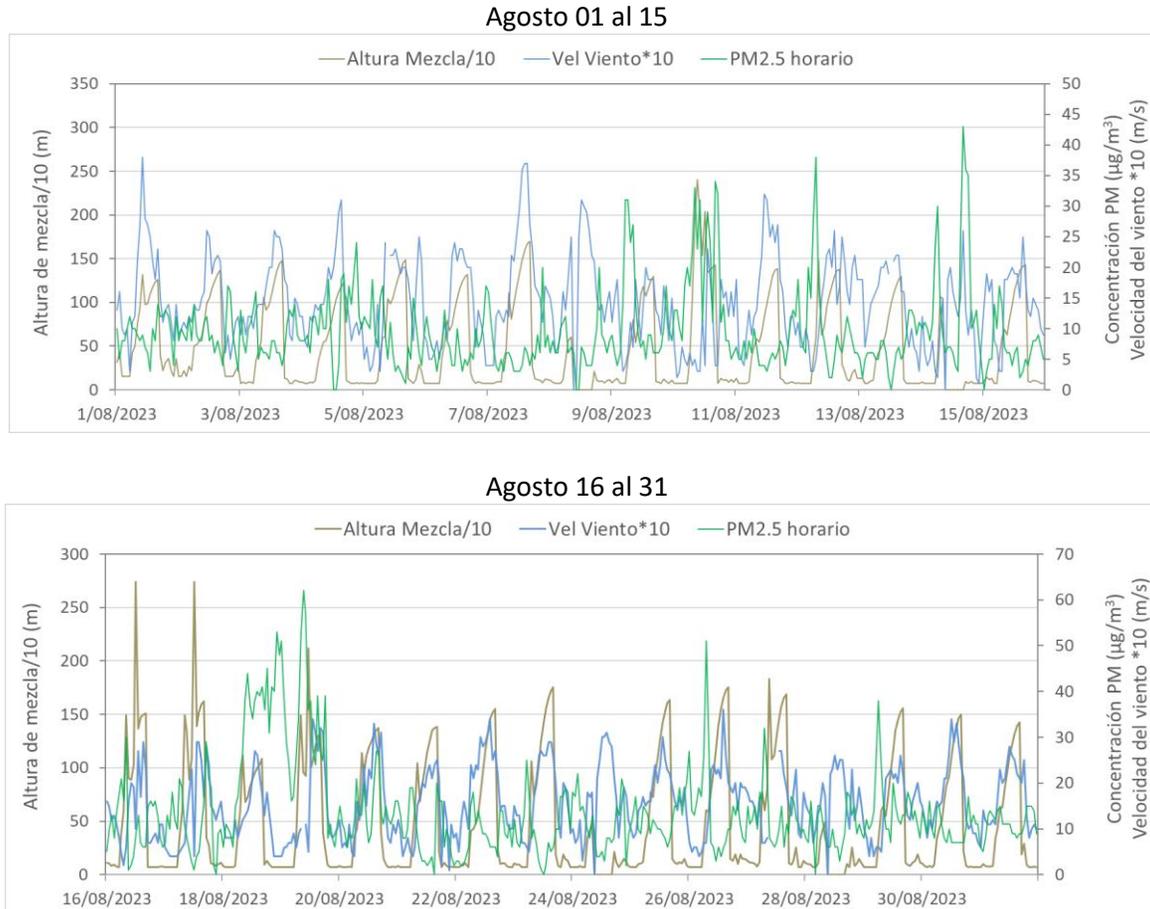


Figura 7. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2.5} y velocidad del viento estación Tunal - agosto 2023

GUAYMARAL

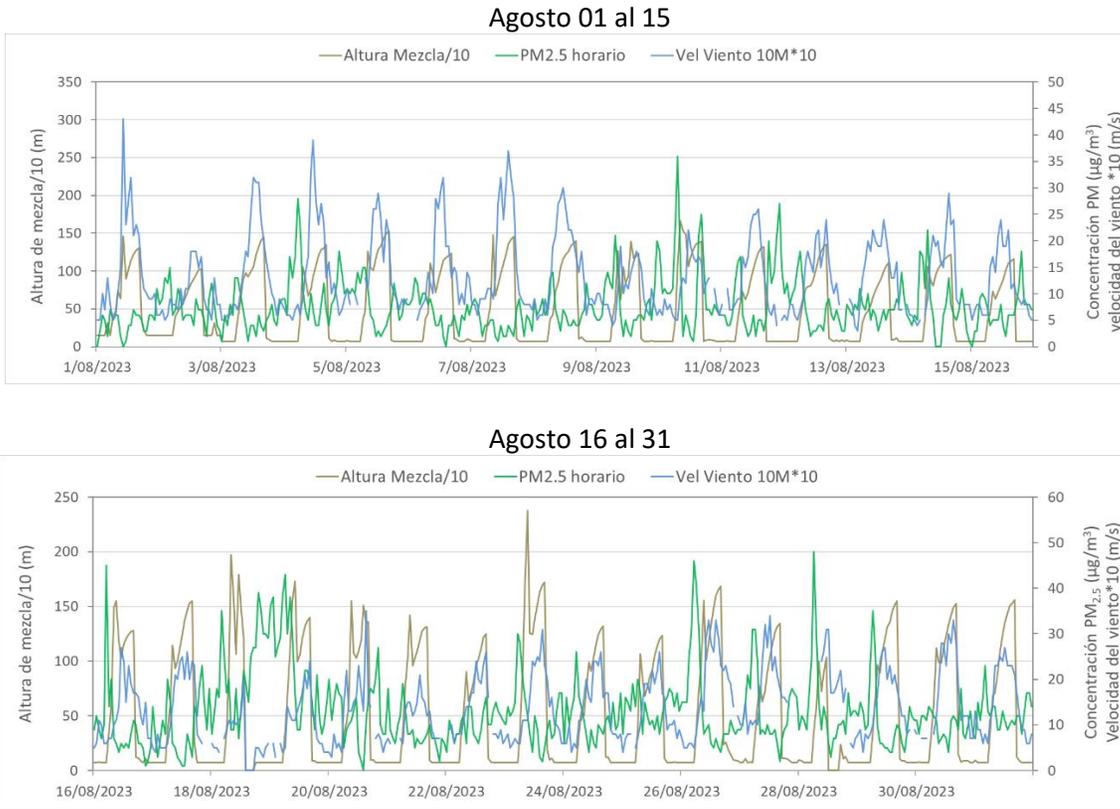


Figura 8. Comparación altura de mezcla, concentraciones PM_{2,5} y velocidad del viento estación Guaymaral - agosto 2023

5. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE O₃, SO₂, NO₂ Y CO

En la Figura 9 se observan las concentraciones promedio mensuales registradas en las estaciones de la RMCAB para el mes de agosto de 2023; los valores promedio más altos de NO₂ fueron registrados en Móvil Fontibón, de SO₂ fueron registrados en Usme, de CO fueron registrados en Kennedy (estos gases están asociados a la combustión), mientras que el promedio más alto de O₃ se evidenció en Usaquén, siendo las zonas occidente, suroccidente, suroriente y norte de la ciudad las que tuvieron los niveles más elevados de gases contaminantes criterio en el mes.

Por otro lado, se registraron cuatro (4) excedencias en Bolivia de los niveles de SO₂: 100 µg/m³ para datos 1h que NO CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos. Las demás concentraciones CUMPLIERON con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, toda vez que no se registraron excedencias en: O₃: 100 µg/m³ para datos 1h, SO₂: 50 µg/m³ para datos 24h, CO: 35000 µg/m³ para datos 1h y 5000 µg/m³ para datos 8h y NO₂: 200 µg/m³ para datos 1h.

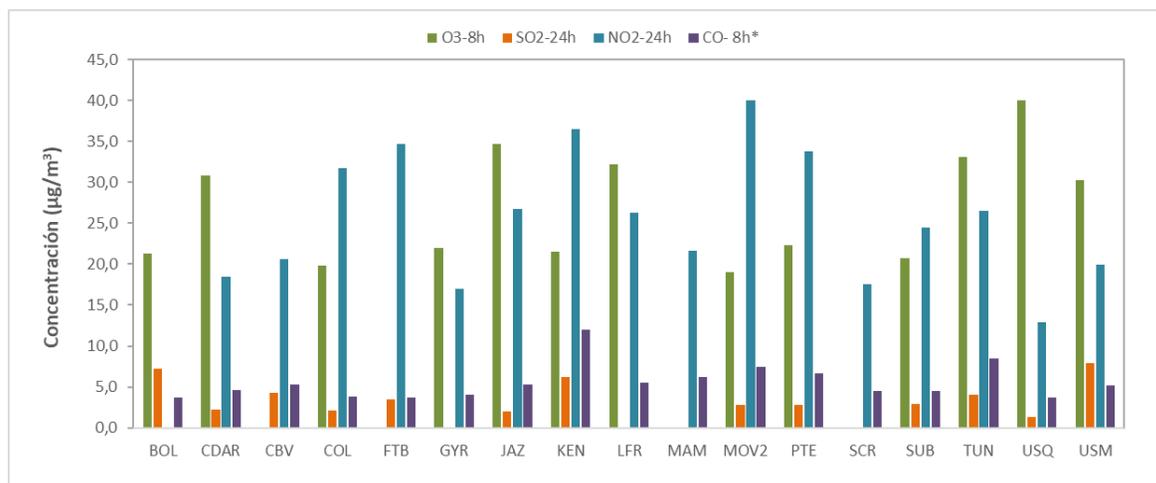


Figura 9. Concentraciones mensuales de gases (O₃, SO₂, NO₂ y CO) por estación de monitoreo - agosto 2023

*Las concentraciones promedio mensuales de Monóxido de Carbono (CO), están divididas por 100 con el fin de ajustar la escala a las concentraciones de los demás contaminantes.

5.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO – O₃

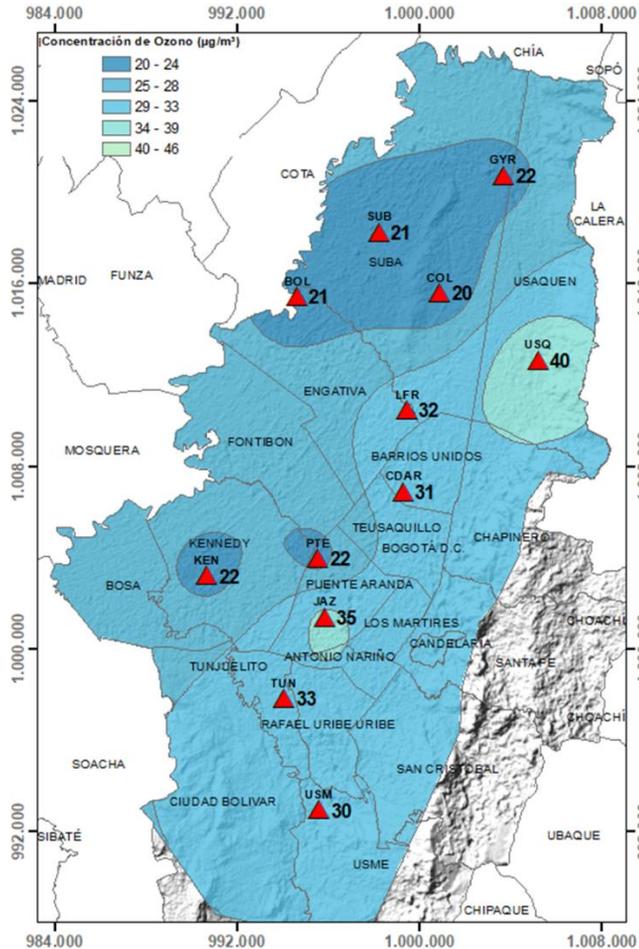


Figura 10. Distribución espacial concentraciones mensuales O₃ – agosto 2023

En el mapa de la Figura 10, se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de O₃ con base en datos media móvil 8 horas para el mes de agosto de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el norte y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaqué y Jazmín. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y noroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Colina y Suba. Las estaciones San Cristóbal (0%), Fontibón (0%), Ciudad Bolívar (0%) y MinAmbiente (0%) no alcanzaron el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en los equipos por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna de operación del equipo y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

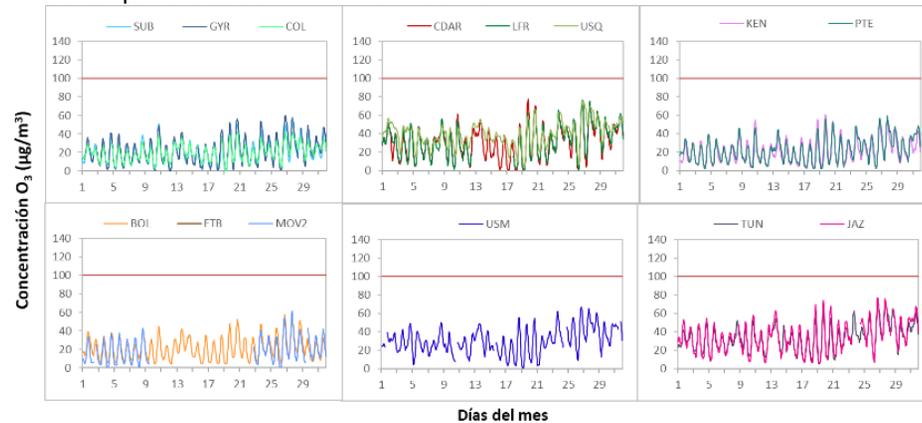
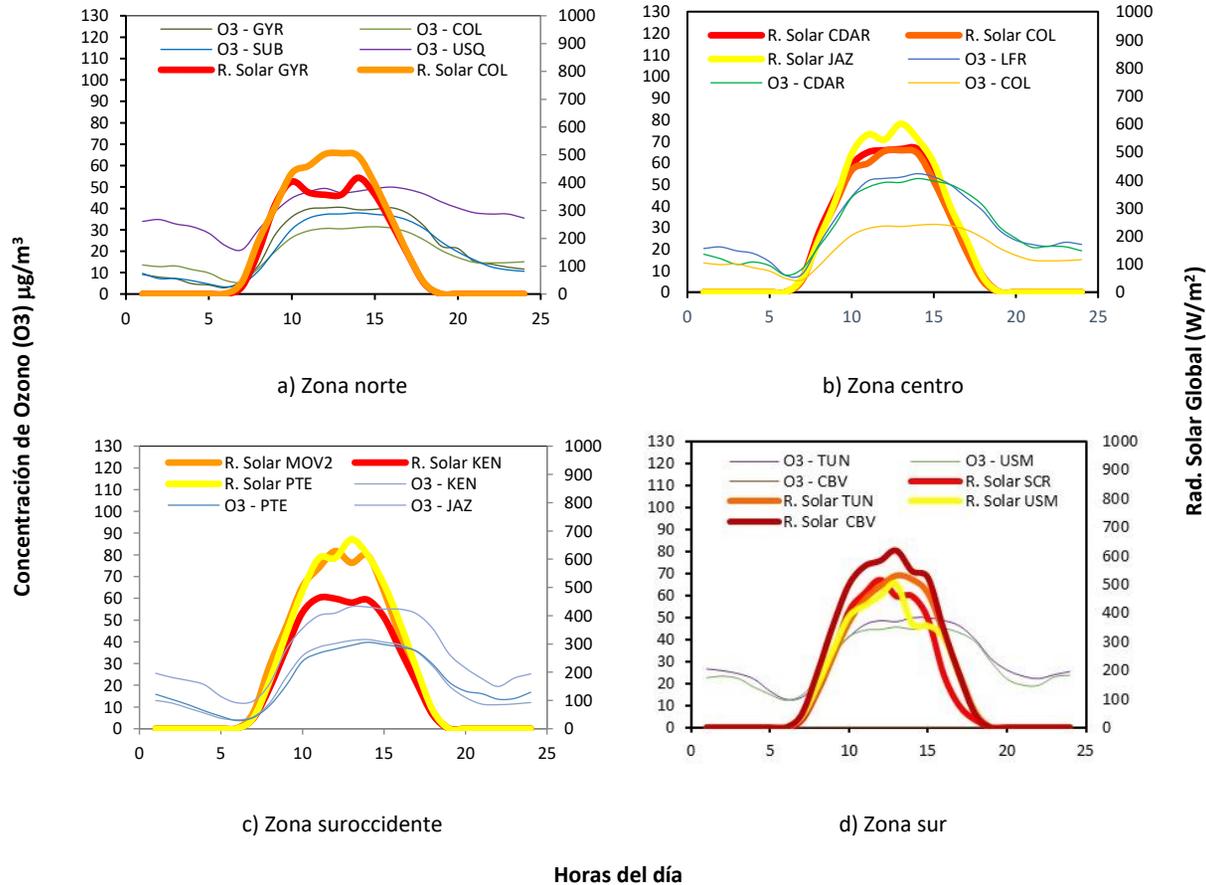


Figura 11. Concentraciones media móvil 8 horas de O₃ por estación de monitoreo - agosto 2023

5.1.1. COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR Y SU RELACIÓN CON LAS CONCENTRACIONES DE OZONO



Las cantidades de radiación solar entrantes están asociadas a la cobertura o no de la bóveda celeste por las nubes. En agosto la disminución de las lluvias evidencia el incremento de las cantidades de radiación solar, en la hora de mayor incidencia en toda la ciudad. En el norte se incrementó de 487 a 495 W/m², en el centro de 524 a 600 W/m², en el suroccidente de 597 a 670 W/m² y en el sur de 501 a 616 W/m², en la hora de mayor incidencia.

Con estos incrementos se elevaron las concentraciones de ozono en toda la ciudad, alcanzando concentraciones de 48.9 µg/m³ en Usaquéen, 52.7 µg/m³ en CDAR, 82.8 µg/m³ en Las Ferias y Jazmín y 50 µg/m³ en Tunal. Estos incrementos se relacionan con procesos catalizadores de la radiación solar.

Figura 12. Comportamiento horario de las concentraciones de O₃ (µg/m³) y su relación con la Radiación Solar entrante (W/m²) agosto 2023. a) zona norte, b) zona centro, c) zona suroccidente y d) zona sur

5.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE – SO₂

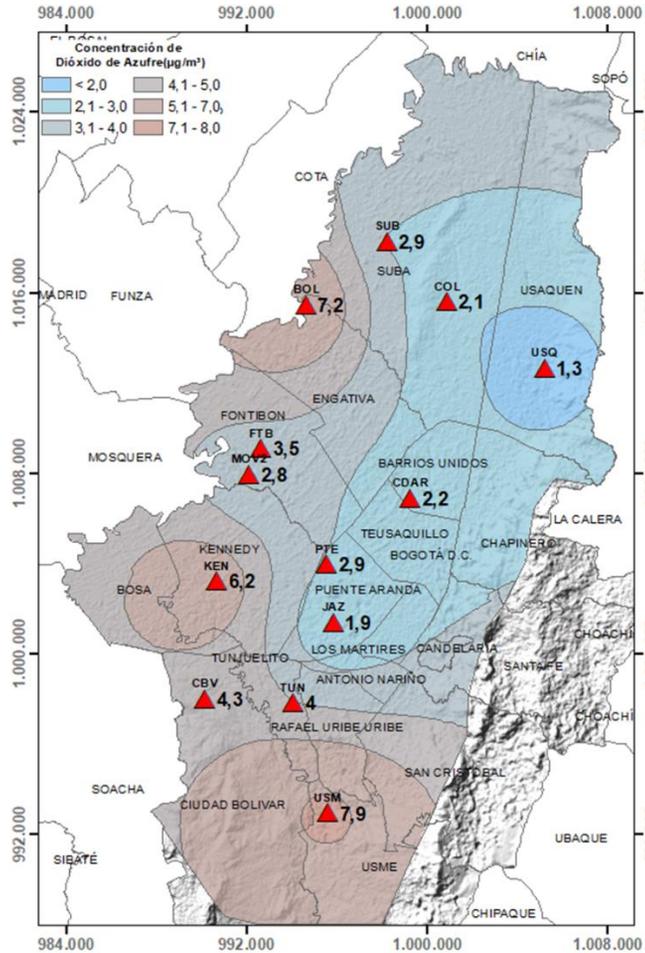


Figura 13. Distribución espacial concentraciones mensuales SO₂ – agosto 2023

En el mapa de la Figura 13 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de SO₂ para el mes de agosto de 2023 con base en los datos 24 horas. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroriente y noroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usme y Bolivia. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y suroccidente, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y Jazmín. La estación Carvajal – Sevillana (0%) se vio afectada por valores de temperatura interna de operación del equipo y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con el aire acondicionado y tuvieron que invalidarse todos los datos.

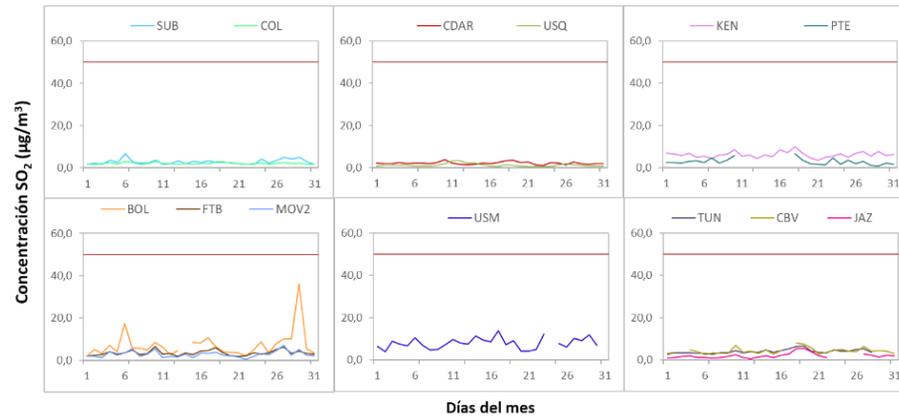


Figura 14. Concentraciones promedio mensuales de SO₂ por estación de monitoreo - agosto 2023

5.3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO – NO₂

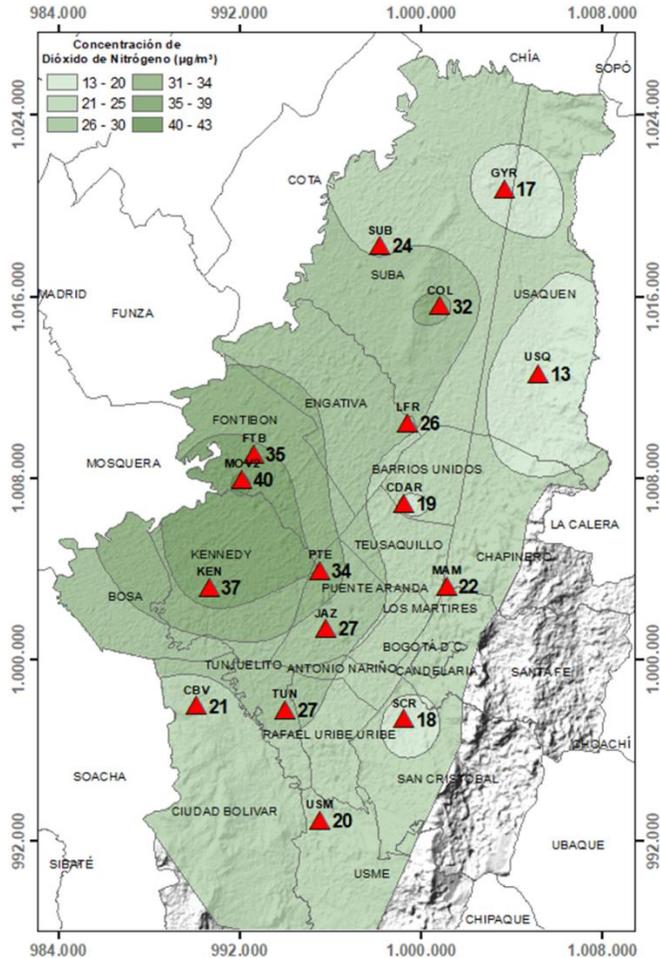


Figura 15. Distribución espacial concentraciones mensuales NO₂ - agosto 2023

En el mapa de la Figura 15 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de NO₂ para el mes de agosto de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el occidente y suroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Móvil Fontibón y Kennedy. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaquén y Guaymaral.

La estación Bolivia (0%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en el equipo por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna de operación de los equipos y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

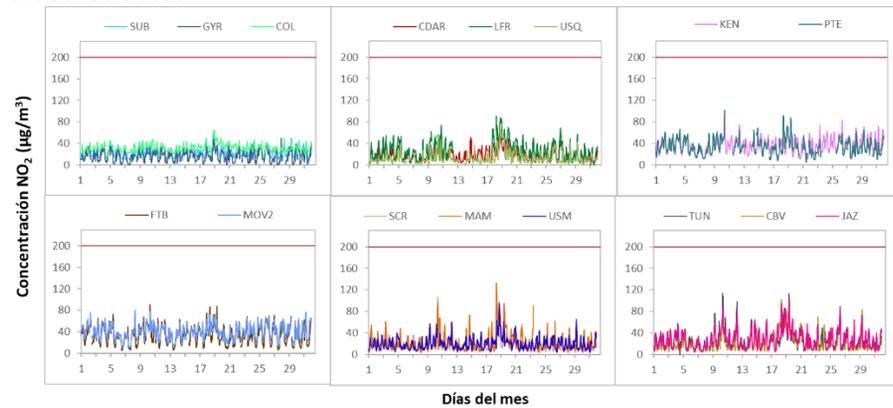


Figura 16. Concentraciones promedio mensuales de NO₂ por estación de monitoreo - agosto 2023

5.4. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO – CO

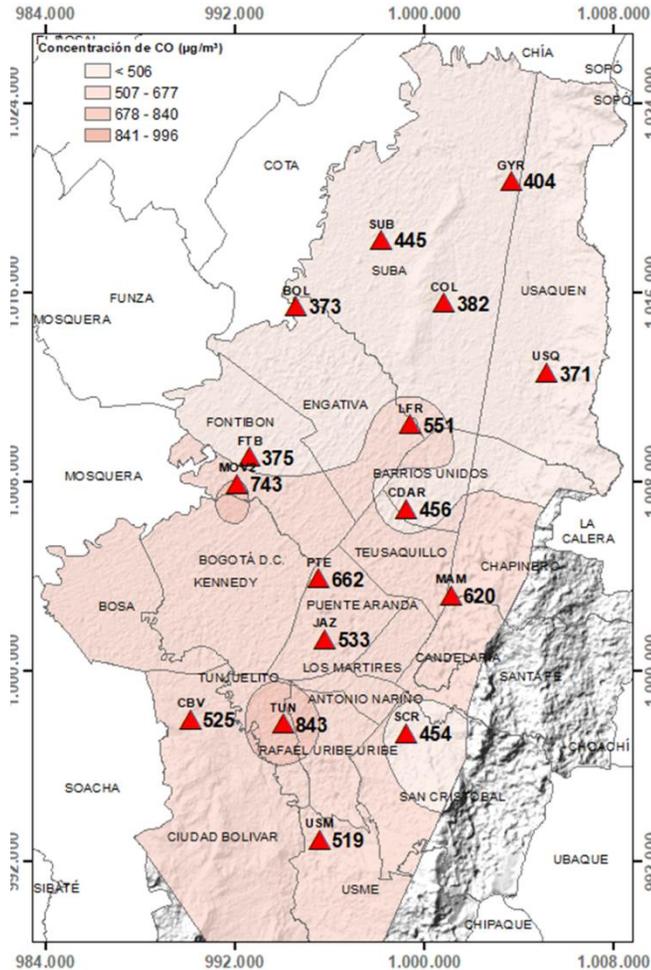


Figura 17. Distribución espacial concentraciones mensuales CO – agosto 2023

En el mapa de la Figura 17 se representa la distribución espacial de las concentraciones promedio mensuales de CO con base en datos media móvil 8 horas para el mes de agosto de 2023. Se observa que las concentraciones más altas predominan en el suroriente y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Tunal y Móvil Fontibón. Por otro lado, las concentraciones más bajas se evidencian en el norte y noroccidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Usaqué y Bolivia. La estación Kennedy (69%) no alcanzó el 75% de representatividad temporal ya que se presentaron fallos en el equipo por lo cual se registraron datos atípicos que tuvieron que invalidarse. Las estaciones Carvajal – Sevillana (0%) y Móvil 7ma (0%) se vieron afectadas por valores de temperatura interna y de desviación estándar, debido a que se presentaron fallos con los aires acondicionados y tuvieron que invalidarse todos los datos.

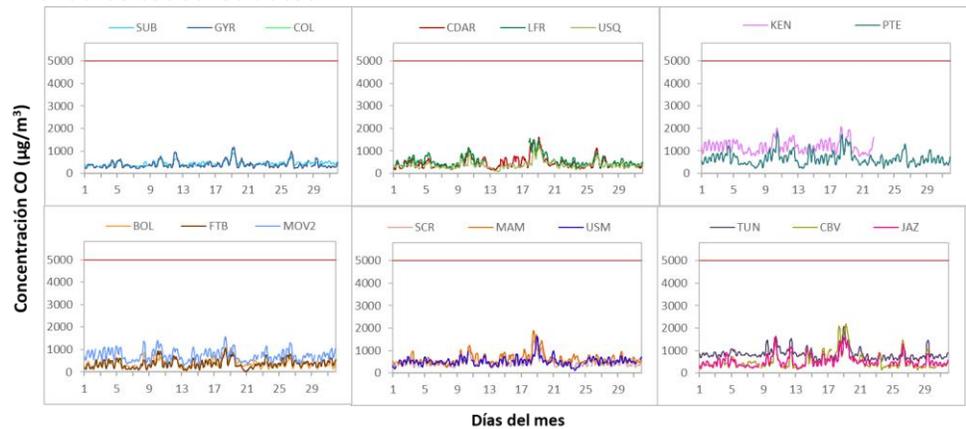


Figura 18. Concentraciones media móvil 8 horas de CO por estación de monitoreo - agosto 2023

6. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON

En el mes de agosto de 2023 se registraron datos en siete (7) estaciones de la RMCAB en ellas se alcanzó la representatividad temporal de más del 75% de las concentraciones horarias. La concentración promedio de eBC en la ciudad fue $3.0 \pm 3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima de eBC se observó el 19 de agosto a las 10:00 am en la estación Puente Aranda con un valor de $38.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las estaciones Kennedy, Fontibón y Tunal presentaron las mayores concentraciones horarias de eBC, con valores promedio de 4.5, 3.6 y $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Las estaciones CDAR y Puente Aranda presentaron concentraciones de 2.4 y $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mientras que las estaciones San Cristóbal y Ciudad Bolívar presentaron las menores concentraciones, con valores de 1.2, y $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

A continuación, se presenta la serie temporal de las concentraciones diarias (24h) de eBC para todas las zonas de la ciudad. Entre el 17 y el 20 de agosto se presentaron las mayores concentraciones de eBC en todas las estaciones, particularmente en la estación Puente Aranda, se observó una concentración inusualmente alta de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En Kennedy se observó la mayor concentración el 18 de agosto con un valor de $7.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la estación Fontibón el valor máximo observado fue de $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en CDAR fue de $7.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la zona suroriente las máximas concentraciones observadas fueron de $9.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Tunal y $5.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en San Cristóbal como se observa en la Figura 19.

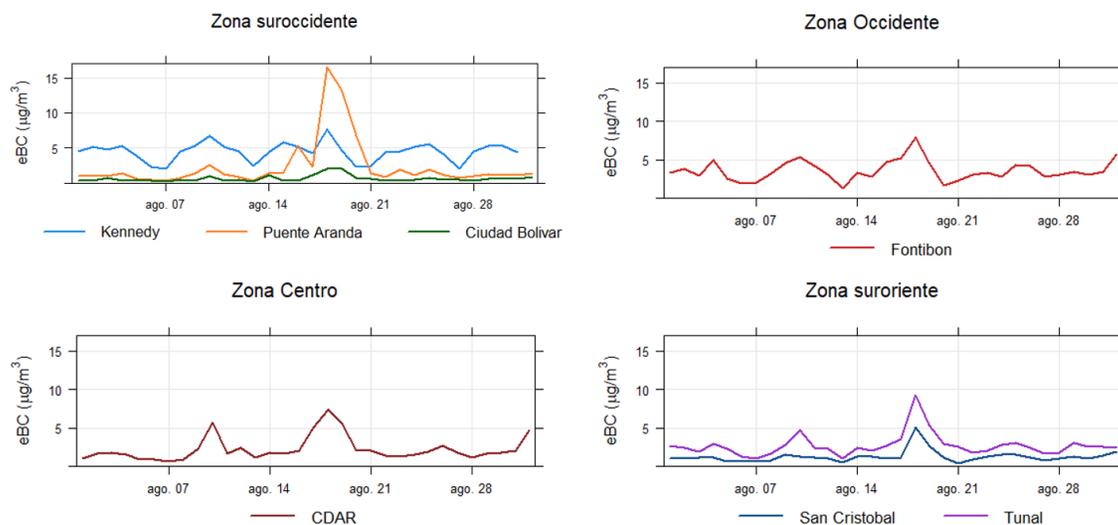


Figura 19. Comportamiento de las concentraciones diarias de eBC para agosto de 2023

6.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE BLACK CARBON PROVENIENTE DE LA QUEMA DE BIOMASA

Las estaciones que presentan una mayor predominancia de porcentaje de Black Carbon por quema de combustibles fósiles son Ciudad Bolívar, Fontibón, Kennedy, Puente Aranda y Tunal, mientras que las estaciones CDAR y San Cristóbal presentan un porcentaje de quema de biomasa más alto.

La estación San Cristóbal mostró altos porcentajes de BC procedentes de quema de biomasa (15%), seguido por las estaciones Ciudad Bolívar (11%) y CDAR (8%). Los días que se presentaron mayores concentraciones de BC se observaron masas de aire procedentes del occidente del país.

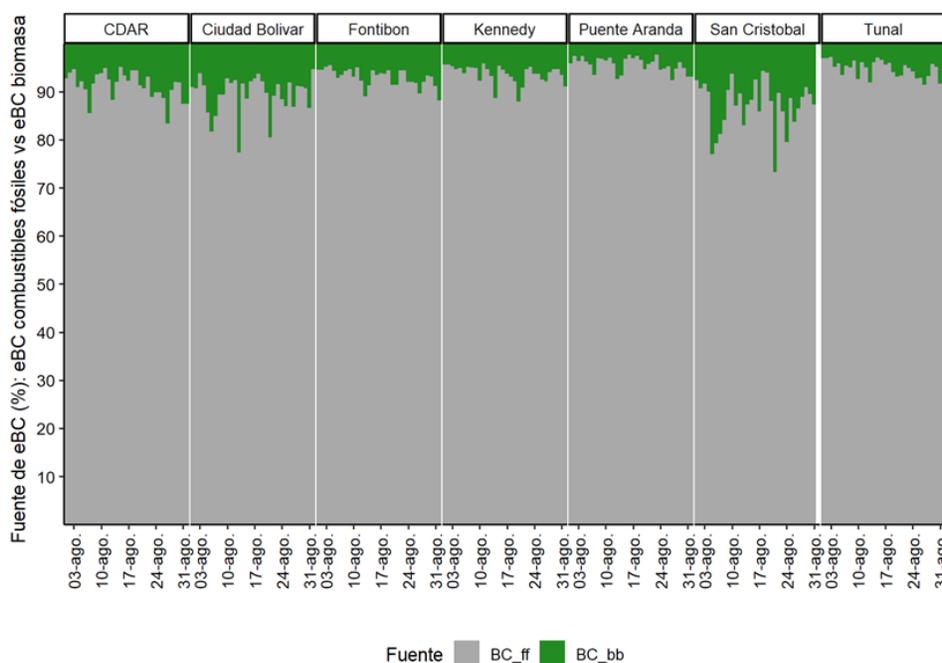


Figura 20. Serie temporal porcentaje de quema Black Carbon de combustibles fósiles BC(ff) vs. Black Carbon de quema de biomasa BC(bb) - agosto de 2023

Las concentraciones promedio diarias eBC son presentadas en la Figura 21, donde se observan que los mayores valores diarios de eBC se presentaron los días 18, 19 y 10 de agosto con valores promedio de 6.5 y 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figura 21. Calendario de las concentraciones diarias (24h) promedio de eBC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante el mes de agosto de 2023

7. ÍNDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud - IBOCA, adoptado mediante la Resolución Conjunta 868 de abril de 2021, es un indicador multipropósito adimensional en una escala de 0 a 500, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que indica el estado de la calidad del aire y se basa en el contaminante que presenta la mayor afectación a la salud en un tiempo de exposición determinado, sin embargo, puede ser calculado para cada contaminante prioritario con el fin de establecer su magnitud.

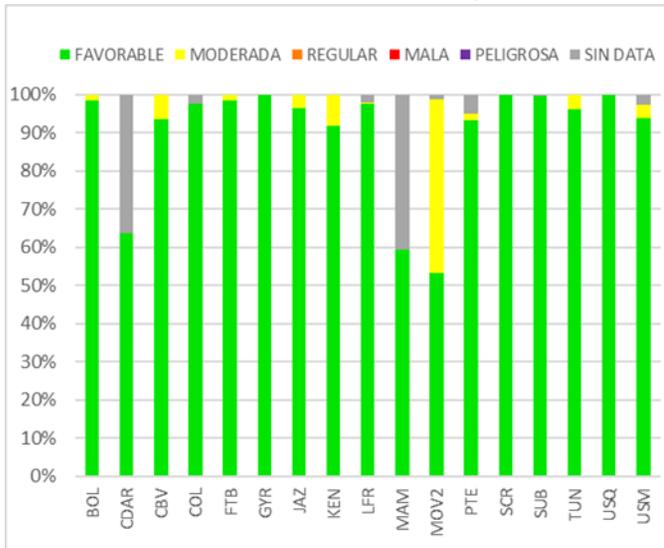


Figura 22. IBOCA para PM₁₀ por estación – agosto 2023

La Figura 22 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM₁₀ por estación de monitoreo registrados durante el mes de agosto del 2023. Se observa que la condición “favorable” predominó en la mayoría de las estaciones, registrando un 100% en Guaymaral, San Cristóbal, Suba y Usaquén. En la estación Móvil Fontibón se registró un porcentaje considerable de la condición “moderada” con un 46%.

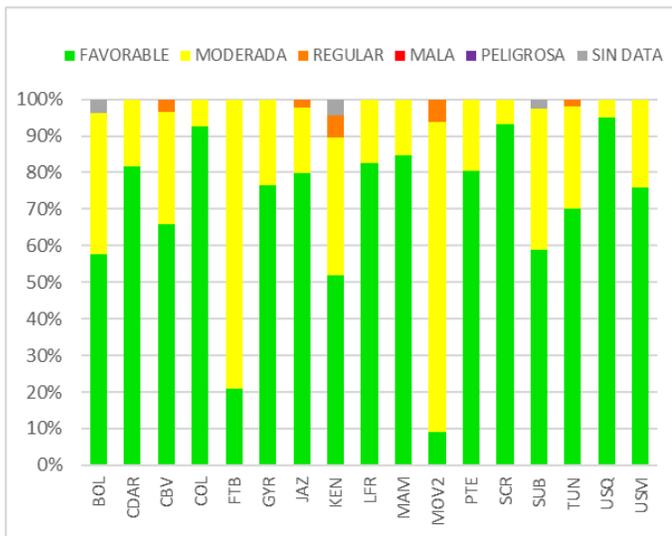


Figura 23. IBOCA para PM_{2.5} por estación – agosto 2023

La Figura 23 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 24 horas de PM_{2.5} por estación. Se observa que para la mayoría de las estaciones predominó la condición “favorable”, excepto para las estaciones del occidente de la ciudad donde la condición “moderada” predominó registrando para Fontibón 79% y Móvil Fontibón 85%. Adicionalmente, se observó la condición “regular” en las estaciones Móvil Fontibón (6%), Kennedy (6%), Ciudad Bolívar (3%), Jazmín (2%) y Tunal (2%).

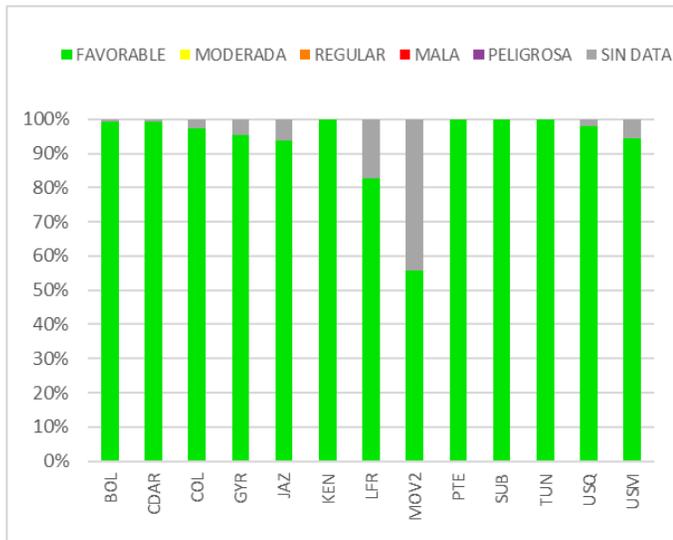


Figura 24. IBOCA para O₃ por estación – agosto 2023

La Figura 24 muestra el comportamiento del IBOCA para los promedios móviles de las concentraciones 8 horas de O₃ en cada una de las estaciones de monitoreo para el mes de agosto 2023.

Se observa que la categoría “favorable” predomina en todas las estaciones, cabe resaltar que la estaciones Fontibón, Ciudad Bolívar y San Cristóbal no registran datos ya que los equipos de monitoreo se encontraron en mantenimientos rutinarios.

8. EVENTOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

En la Figura 25 se observan las concentraciones de PM_{2.5} media móvil 24 horas registradas en las estaciones de la RMCAB durante el mes de agosto del 2023. Se observó para segunda y cuarta semana del mes un aumento en las concentraciones para la mayoría de las estaciones generando un comportamiento bimodal con dos picos de mayor concentración durante el mes, excepto para la zona occidental de la ciudad donde las condiciones “moderadas” prevalecieron durante todo el mes, lo cual puede ser atribuido a incendios forestales presentados en zonas aledañas a la ciudad.

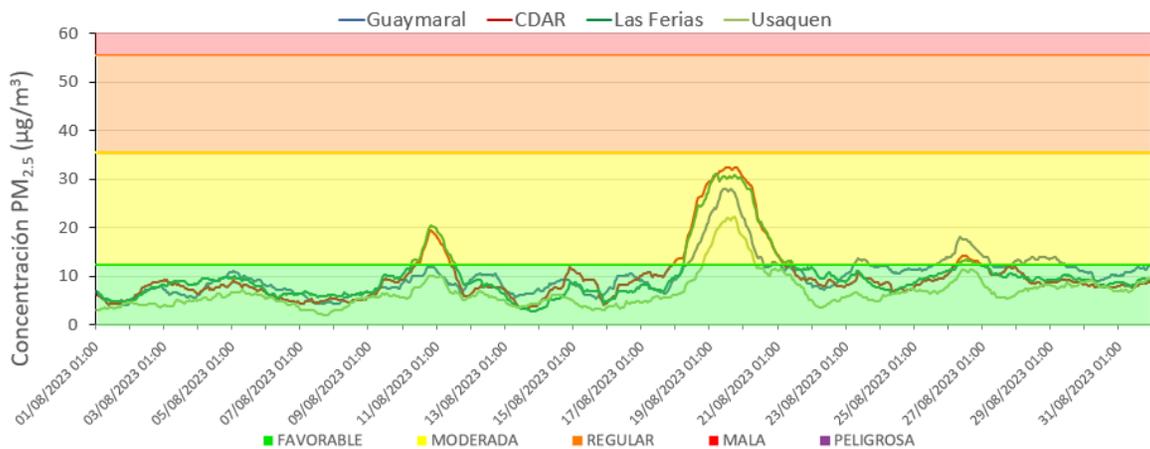
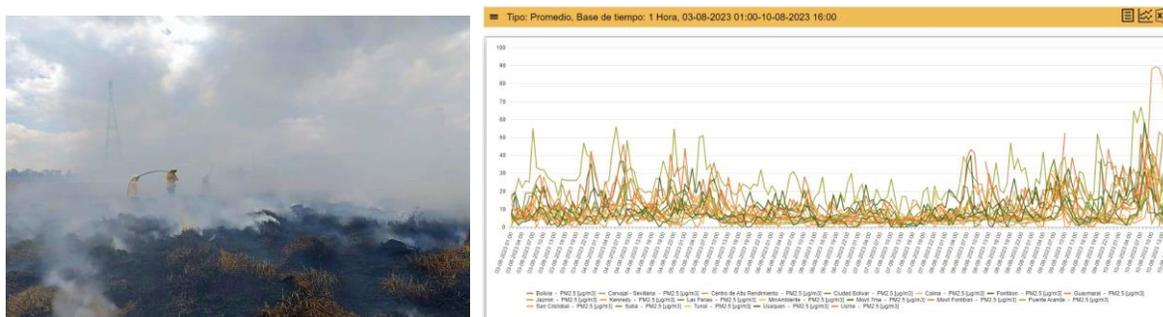




Figura 25. Concentraciones media móvil 24 h PM_{2.5} agosto 2023

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Durante el mes de agosto se registraron treinta y siete (37) eventos relacionados a incendios forestales, estructurales, vehiculares, pastizales y quemas de residuos en la ciudad de Bogotá y municipios aledaños. Desde el Sistema de Alertas Tempranas Ambientales en su componente aire se revisó el comportamiento de las estaciones aledañas a los incendios como el reportado en la localidad de Bosa el 10 de agosto, aproximadamente desde las 10:40 a.m se relacionó el evento como un incendio forestal y por medio del análisis de los datos de las estaciones Kennedy y Ciudad Bolívar no se determinó una afectación a la calidad del aire para el contaminante $PM_{2.5}$. En la Figura 26 se observa un comportamiento habitual en los aumentos de concentración en la zona suroccidental que están asociados a eventos regionales de transporte de contaminantes provenientes del desierto del Sahara y por condiciones meteorológicas locales adversas.



a.

b.

Figura 26. a. Incendio Forestal. Registro fotográfico en Bosa, b. Comportamiento en la concentración horaria de $PM_{2.5}$. Fuente: Bomberos Oficiales de Bogotá [@BomberosBogota]. (2023).

Por otro lado, los incendios forestales ocurridos el 12 y 13 de agosto en la localidad de Bosa y en el municipio de Socha en el sector de Terreros (Figura 27) si tuvieron una afectación generando el aumento de las concentración de $PM_{2.5}$ y CO, de acuerdo con la información de las estaciones cercanas a los eventos, se presentaron algunas excedencias horarias a los límites permisibles establecidos en la norma nacional, pero no se cumplieron los criterios para la declaración de una alerta por contaminación atmosférica por la magnitud y duración del evento.



a.

b.

Figura 27. Registro fotográfico. a. Incendio forestal el 12 de agosto en la localidad de Bosa., b. Incendio forestal el 13 de agosto en el municipio de Socha. Fuente: Bomberos Oficiales de Bogotá [@BomberosBogota]. (2023).

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

9. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este capítulo se describe el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes de agosto de 2023, el cual incide directamente en la variabilidad de la concentración de contaminantes criterio en el Distrito Capital.

9.1. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN

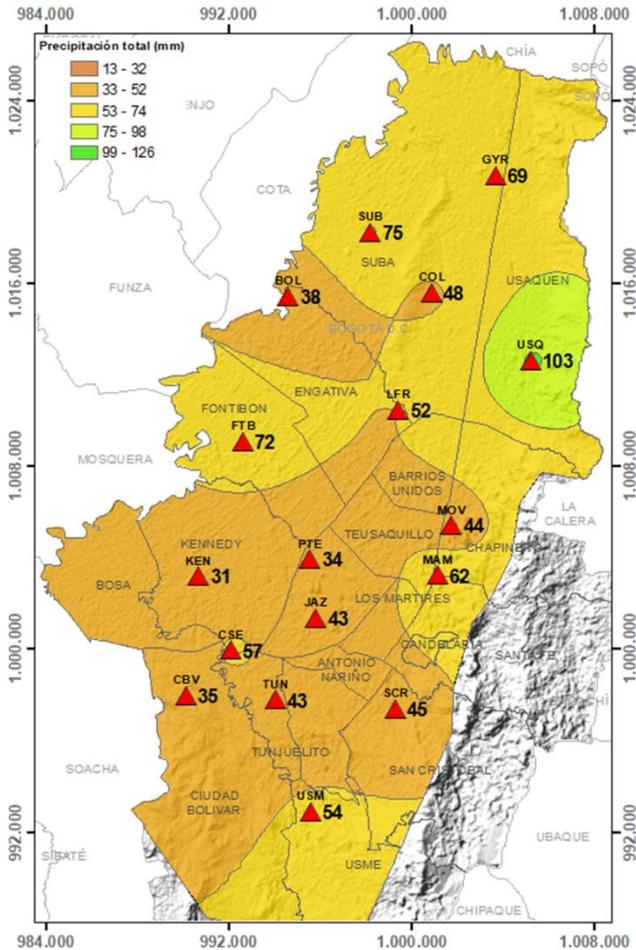


Figura 28. Mapa de la precipitación mensual total (mm) – agosto 2023

Aunado a las condiciones secas de agosto y a el episodio El Niño, fue un mes característicamente seco. Esto se hace evidente con el predominio de condiciones secas en todo el distrito, principalmente sur, centro occidente y noroccidente con acumulados mensuales inferiores a 50 mm. Solo al nororiente se presentaron los mayores acumulados que superaron los 100 mm. Ver Figura 28.

El número de días con lluvia fue inferior a 20, por lo que se presentó una baja contribución en la reducción de las concentraciones de contaminantes. Así las cosas, las bajas concentraciones de material particulado y gases obedecen más a procesos de transporte y mezcla turbulenta por los vientos, así como al predominio de vientos del suroriente. Ver Figura 29.

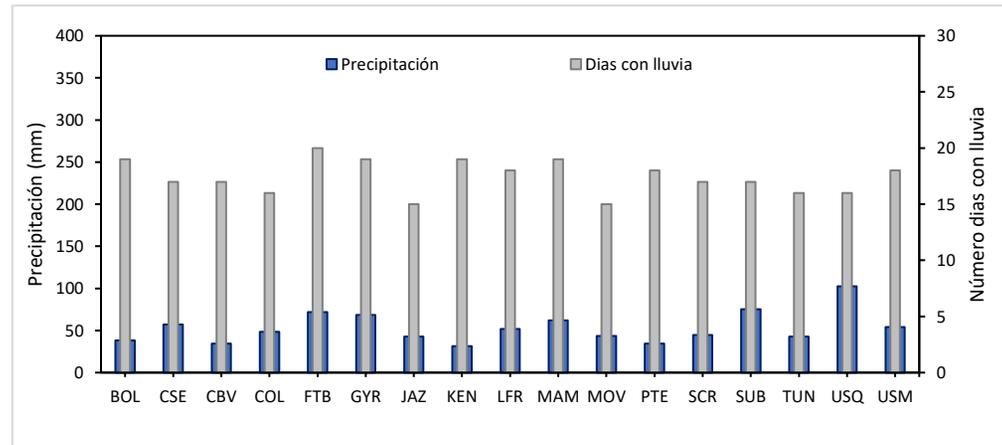


Figura 29. Precipitación media mensual y número de días con precipitación – agosto 2023

9.2. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA

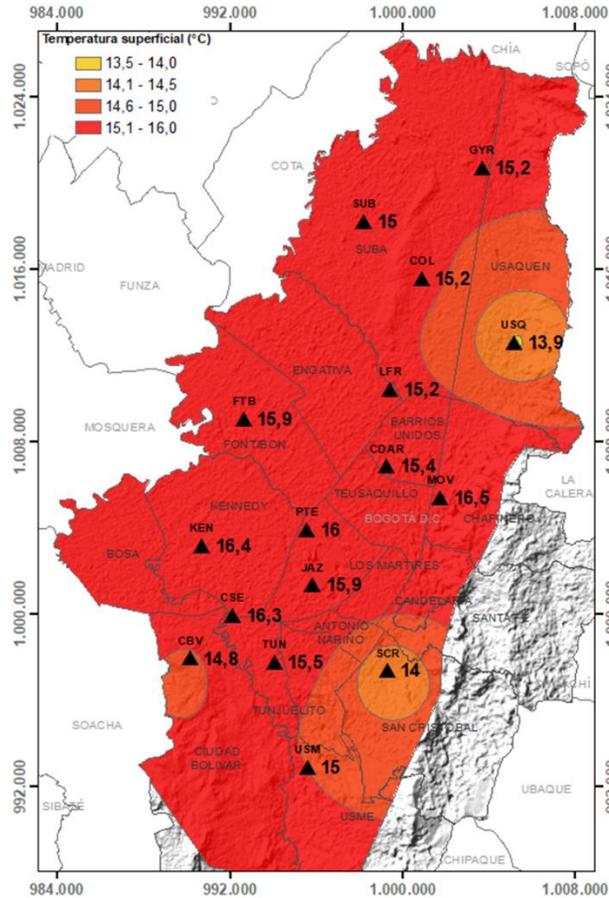


Figura 30. Mapa del promedio de temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB con base en el método de interpolación de Kriging – agosto 2023

En virtud de las bajas precipitaciones, se produjo un ligero aumento de las temperaturas medias mensuales en la ciudad respecto al mes de julio. Durante el mes de agosto se observa un incremento en la temperatura media superficial en gran parte de la ciudad, salvo algunos sectores del sur y nororiente del distrito, donde se registraron valores medios entorno a los 14 °C. Ver Figura 30.

En cuanto a las máximas absolutas, estas se registraron en las estaciones Tunal (26.6 °C), Kennedy (26.5 °C), Móvil 7ma (25.4 °C), Carvajal-Sevillana (24.4 °C) y Guaymaral (24.1 °C). Las mínimas absolutas en las estaciones Tunal (5.6 °C), Guaymaral (5.7 °C), Suba (5.9 °C) y CDAR (7.2 °C). Ver Figura 31.

Las mayores amplitudes térmicas que favorecen el ascenso y mezcla turbulenta, así como la difusión de los contaminantes en la ciudad, se presentaron en las estaciones Suba (21.0 °C), Guaymaral (18.4 °C) y Kennedy (18.0 °C).

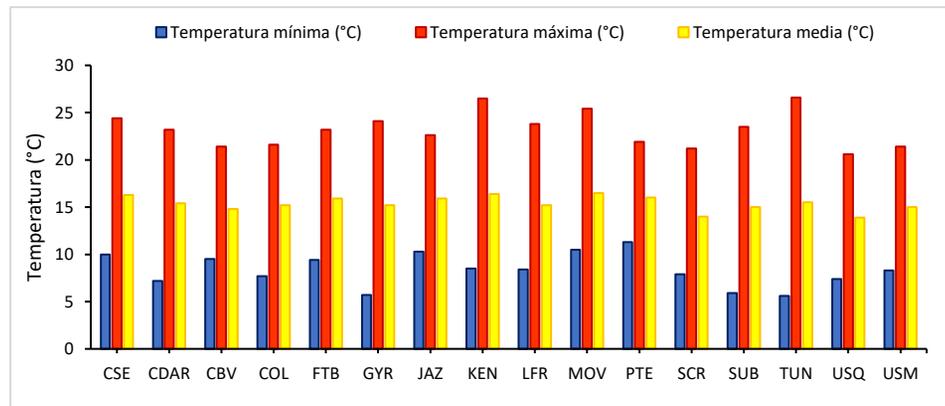


Figura 31. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas por estación – agosto 2023

9.3. COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

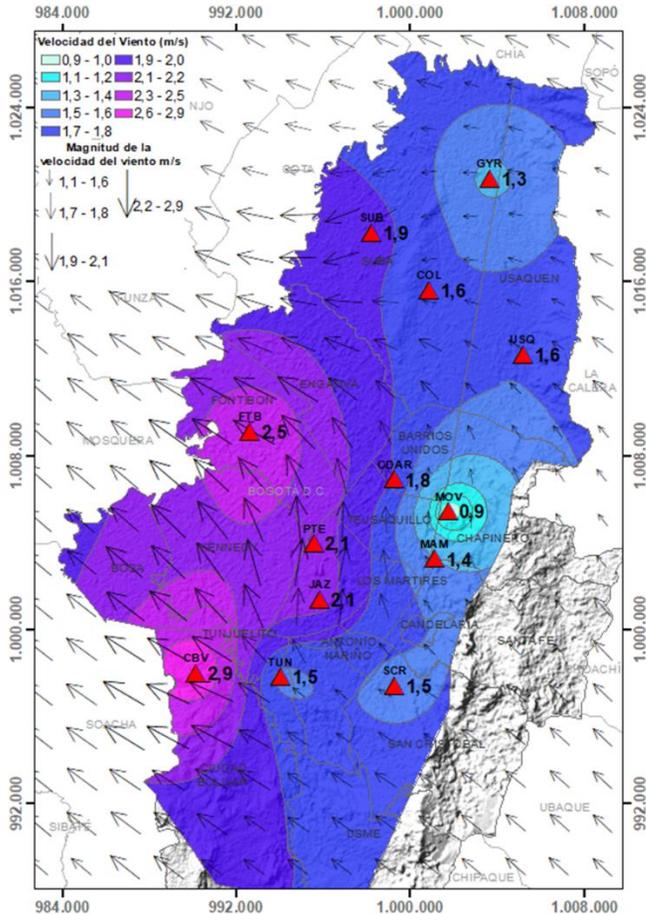


Figura 32. Velocidad promedio (Superficie en colores) y Dirección promedio (Vectores) del Viento con base en Kriging – agosto 2023

Durante el mes de agosto el patrón vientos continuó como en los meses de mayo a julio, con un flujo generalizado del suroriente continuando su recorrido hacia el occidente, propiciando eficientemente la limpieza aerodinámica de la ciudad. Así pues, las bajas concentraciones de material particulado en la ciudad se pueden atribuir principalmente al flujo de los vientos alisios del suroriente, si se tiene en cuenta que el bajo régimen de lluvias habrá contribuido muy poco, semejante a lo observado en julio. Ver Figura 32.

Las velocidades medias del viento en la mayoría de las estaciones fueron prácticamente idénticas a las registradas en julio variado en promedio entre 0.9 a 2.9 m/s, con los menores valores hacia el centro oriente de la ciudad. Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia el occidente de la ciudad representadas por las estaciones Fontibón (7.5 m/s), Usaquén (7.0 m/s) y Suba (6.4 m/s). Ver Figura 33.

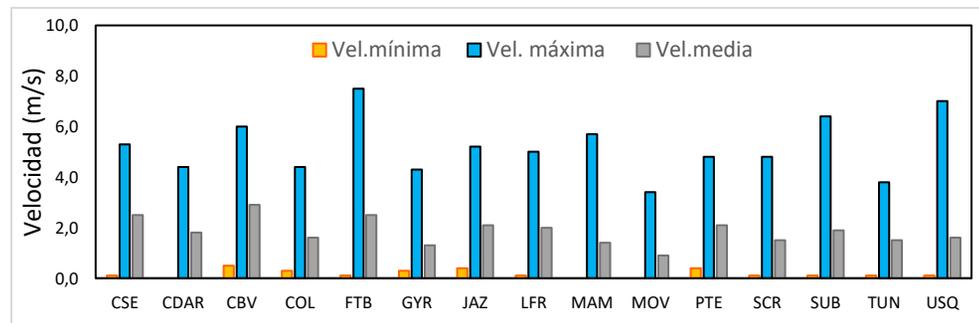


Figura 33. Velocidad del viento media, máxima y mínima absolutas por estación – agosto 2023

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

10. CONCLUSIONES

- Las concentraciones más altas de material particulado se observaron en las zonas suroccidente, y occidente de la ciudad, especialmente en la zona de influencia de las estaciones Carvajal – Sevillana y Móvil Fontibón, mientras que los menores valores se observaron en las zonas norte y suroriente, en el área de influencia de Usaquén, Colina y San Cristóbal. Carvajal - Sevillana tuvo el promedio mensual más alto de PM₁₀ (65.3 µg/m³) y de PM_{2.5} (29.3 µg/m³); se registraron en total once (11) excedencias de PM₁₀ y siete (7) excedencias de PM_{2.5} en el mes.
- Con respecto a los gases, Tunal registró el promedio más alto de CO (842.7 µg/m³), Móvil Fontibón en NO₂ (40.0 µg/m³), Usme de SO₂ (7.9 µg/m³) y Usaquén de O₃ (40 µg/m³) durante el mes. Se registraron cuatro (4) excedencias en Bolivia a las concentraciones 1h en SO₂.
- En agosto de 2023 se observó que las concentraciones de Black Carbon más altas se registraron en las estaciones Kennedy, Fontibón y Tunal con valores promedio de 4.5, 3.6 y 2.7 µg/m³ respectivamente. El aporte principal de Black Carbon fue por parte del uso de combustibles fósiles, principalmente en las estaciones Ciudad Bolívar, Fontibón, Kennedy, Puente Aranda y Tunal. El aporte de Black Carbon por quema de biomasa se registró principalmente en San Cristóbal y CDAR.
- Con respecto al índice IBOCA en agosto de 2023, para las concentraciones registradas de PM_{2.5} se observó una predominancia de la condición “favorable” en la mayoría de las estaciones, con un 100% registrado en Guaymaral, San Cristóbal, Suba y Usaquén. Las concentraciones más altas de PM_{2.5} se observaron en la segunda y tercera semana del mes.
- El mes de agosto, fue característicamente seco de acuerdo con los registros de precipitación, con niveles de precipitación por debajo de los 50 mm. Las mayores precipitaciones se observaron en las estaciones Usaquén (103 mm) y Suba (75 mm). En todas las estaciones de la ciudad se registraron menos de veinte (20) días de lluvia.
- En el mes de agosto se observó un incremento en la temperatura media superficial en gran parte de la ciudad, salvo algunos sectores del sur y nororiente. La Móvil 7ma tuvo el mayor promedio mensual con 16.5°C y Usaquén registró el menor valor de temperatura mensual con 13.9°C. Los mayores registros máximos absolutos se observaron en Tunal (26.6 °C) y Kennedy (26.5 °C).
- En agosto de 2023 el patrón vientos continuó como en los meses de mayo y junio, con un flujo generalizado por el suroriente, continuando su recorrido hacia el occidente de la ciudad propiciando eficientemente la limpieza aerodinámica de la ciudad. Las velocidades promedio mensuales más altas se observaron en Ciudad Bolívar con 2.9 m/s y Fontibón con 2.5 m/s. Las velocidades máximas absolutas se registraron hacia el occidente.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

11. ANEXOS

11.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RMCAB

Tabla 2. Características, ubicación de las estaciones y variables monitoreadas de la RMCAB

Estación	Características									Contaminantes							Variables meteorológicas								
	Sigla	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Altura (m)	Localidad	Escala	Tipo de zona	Tipo de estación	Dirección	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂	Black Carbon	V. Viento	D. Viento	Temperatura	Precipitación	R. Solar	H. Relativa	Presión Atm.	
Bolivia	BOL	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574	0	Engativá	Vecindario	Suburbana	De fondo	Avenida Calle 80 #121-98	X	X	X	X	X	X				X					
Carvajal-Sevillana	CSE	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	Tráfico Industrial	Autopista Sur #63-40	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				
Centro de Alto Rendimiento	CDAR	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577	0	Barrios Unidos	Vecindario	Urbana	De fondo	Calle 63 # 59A-06	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ciudad Bolívar	CBV	4°34'40.1"N	74°09'58.6"W	2661	0	Ciudad Bolívar	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 70 Sur #56-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
Colina	COL	4°44'14.1"N	74°04'10.0"W	2555	0	Suba	Vecindario	Urbana	Residencial	Avenida Boyacá No 142#-55	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	
Fontibón	FTB	4°40'41.67"N	74°8'37.75"W	2551	11	Fontibón	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 104 #20 C-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Guaymaral	GVR	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580	0	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Autopista Norte #205-59	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	
Jazmín	JAZ	4°36'30.6"N	74°06'53.8"W	2559	0	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Residencial	Calle 1 G #41 A39	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	
Kennedy	KEN	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580	3	Kennedy	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 80 #40-55 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		
Las Ferias	LFR	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552	0	Engativá	Vecindario	Urbana	De tráfico	Avenida Calle 80 #69Q-50	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	
MinAmbiente	MAM	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621	15	Santa Fe	Vecindario	Urbana	De tráfico	Calle 37 #8-40	X	X	X	X	X		X	X	X		X				
Móvil Fontibón	MOV2	4°40'03.7"N	74°08'55.9"W		0	Fontibón	Vecindario	Urbana	Tráfico Industrial	Carrera. 98 #16 B50	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	
Móvil 7ma	MOV	4°38'32.75"N	74°5'2.28"W	2583	0	Chapinero	Vecindario	Urbana	De tráfico	Carrera 7 con calle 60	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	
Puente Aranda	PTE	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590	10	Puente Aranda	Vecindario	Urbana	Industrial	Calle 10 #65-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
San Cristóbal	SCR	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688	0	San Cristóbal	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 2 Este #12-78 sur	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
Suba	SUB	4°45'40.49"N	74°5'36.46"W	2571	6	Suba	Vecindario	Suburbana	De fondo	Carrera 111 #159A-61	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				
Tunal	TUN	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589	0	Tunjuelito	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 24 #49-86 sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Usaquén	USQ	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570	10	Usaquén	Vecindario	Urbana	De fondo	Carrera 7B Bis #132-11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Usme	USM	4°31'55.4"N	74°07'01.7"W	2593	0	Usme	Vecindario	Urbana	Residencial	Carrera 11 #65 D50 Sur	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

11.2. **NORMATIVA Y MÉTODOS DE REFERENCIA**

La elaboración de informes de calidad del aire se realiza teniendo en cuenta uno de los componentes de la misionalidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, como autoridad ambiental del Distrito Capital. Además, se tiene en cuenta lo establecido en la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 con respecto a la elaboración de los reportes del laboratorio, y teniendo en cuenta que los informes de calidad del aire de la RMCAB se elaboran con base en los procedimientos asociados a las funciones del Laboratorio Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, los cuales se incluyen dentro de del proceso de apoyo de la SDA denominado “Metrología, Monitoreo y Modelación”.

La obtención de los datos de concentraciones de contaminantes y de variables meteorológicas se realiza a través de los registros en tiempo real de los equipos de monitoreo y sensores meteorológicos, cuyo funcionamiento y operatividad son verificados mediante la realización de mantenimientos preventivos y correctivos por parte del equipo de campo de la RMCAB, programados periódicamente mediante un software destinado para este fin. Adicionalmente se realizan periódicamente las calibraciones y verificaciones de los equipos de monitoreo, con el fin de garantizar que la medición de los equipos se realice de acuerdo con los estándares establecidos en los métodos de medición.

Los métodos de medición utilizados por los monitores de la RMCAB se encuentran descritos en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados, publicada en junio de 2023 (EPA, 2022)¹. Los métodos de referencia se encuentran establecidos en el Título 40 del CFR (Code of Federal Regulations), los cuales están aprobados por la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos. Para cada contaminante se encuentra definido un método de referencia específico, de acuerdo con el método equivalente por el cual funciona cada monitor, lo cual se encuentra establecido en los apéndices de la Parte 50 del Título 40 del CFR (LII, 2020).

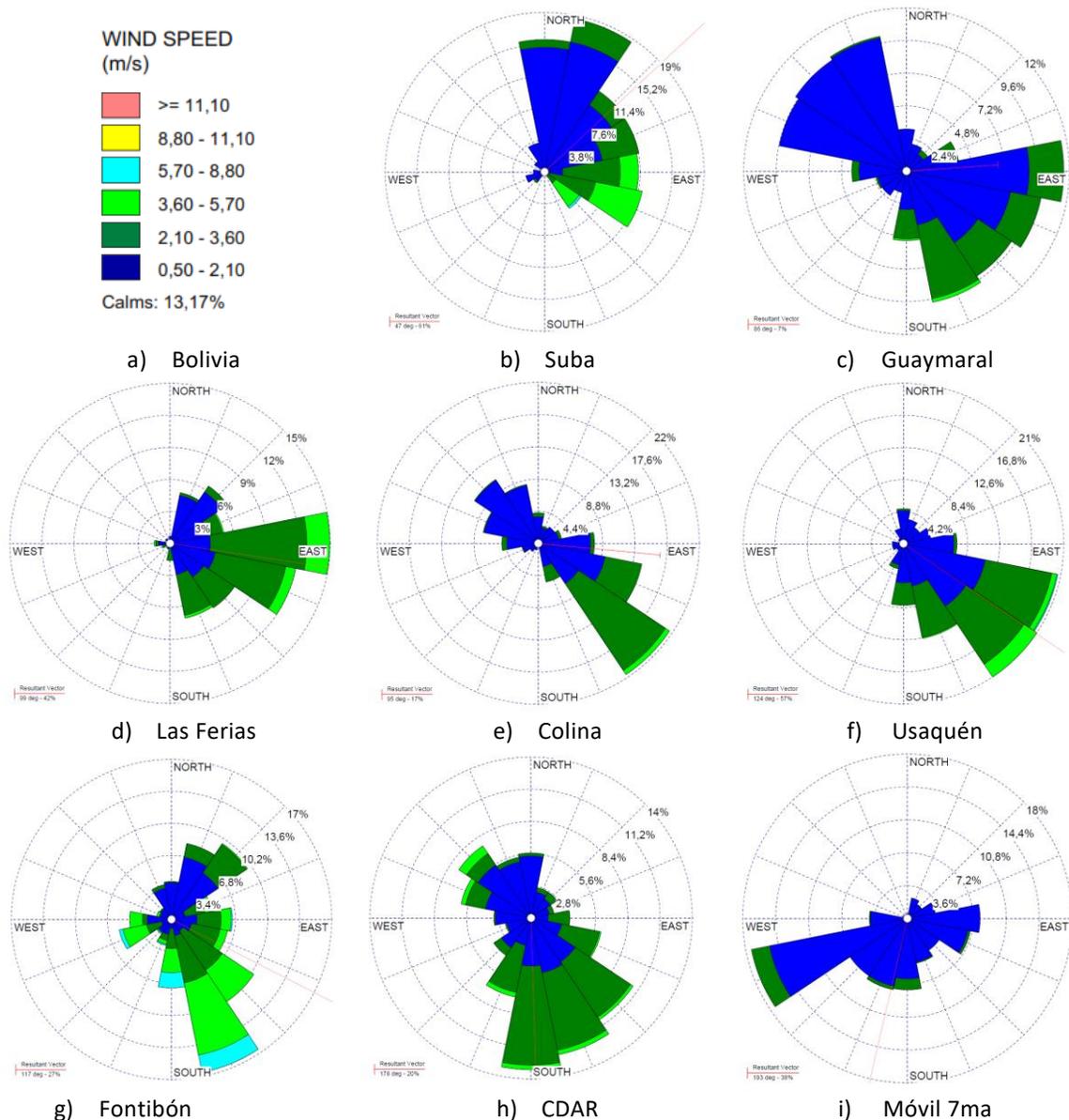
Tabla 3. Tecnologías de medición automática continua de los equipos de la RMCAB, métodos equivalentes y de referencia U.S. E.P.A.

Contaminante	Principio de Medición	Método equivalente automatizado EPA	Apéndice Parte 50 del CFR
PM ₁₀	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0798-122	L
		EQPM-0404-151	
PM _{2.5}	Atenuación por Radiación Beta	EQPM-0308-170	L
		EQPM-1013-211	
O ₃	Espectrofotometría de Absorción en el Ultravioleta	EQQA-0992-087	D
		EQQA-0515-225	
NO ₂	Quimioluminiscencia	RFNA-1289-074	F
		RFNA-1194-099	
		RFNA-0118-249	
CO	Espectrofotometría de Absorción en el Infrarrojo	RFCA-0981-054	C
		RFCA-1093-093	
		RFCA-0915-228	
SO ₂	Fluorescencia Pulsante en el Ultravioleta	EQSA-0495-100	A-1
		EQSA-0486-060	

¹ United States Environmental Protection Agency. List of Designated Reference and Equivalent Methods, December 15, 2022. https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-12/List_of_FRM_and_FEM.pdf

11.3. ROSAS DE LOS VIENTOS

En la Figura 32 se presentan las rosas de los vientos, que complementan la descripción del comportamiento de los vientos durante el mes agosto. Dichas rosas informan acerca de la frecuencia y magnitud de los vientos durante el periodo analizado, en las diferentes direcciones que ocurrieron, así como el vector resultante (en línea roja), que representa la dirección de donde provienen los vientos en cada una de las estaciones. Durante el mes de agosto de 2023 los vientos con mayor persistencia se registraron al sur y suroriente de la ciudad, como predominantemente ocurre durante la mayor parte del año. Así las cosas, en el sector Ciudad Bolívar predominaron los vientos del suroriente con un 40%, San Cristóbal con 32% y Tunal con 32%. Se presentan las estaciones con una representatividad temporal de mínimo 75%.



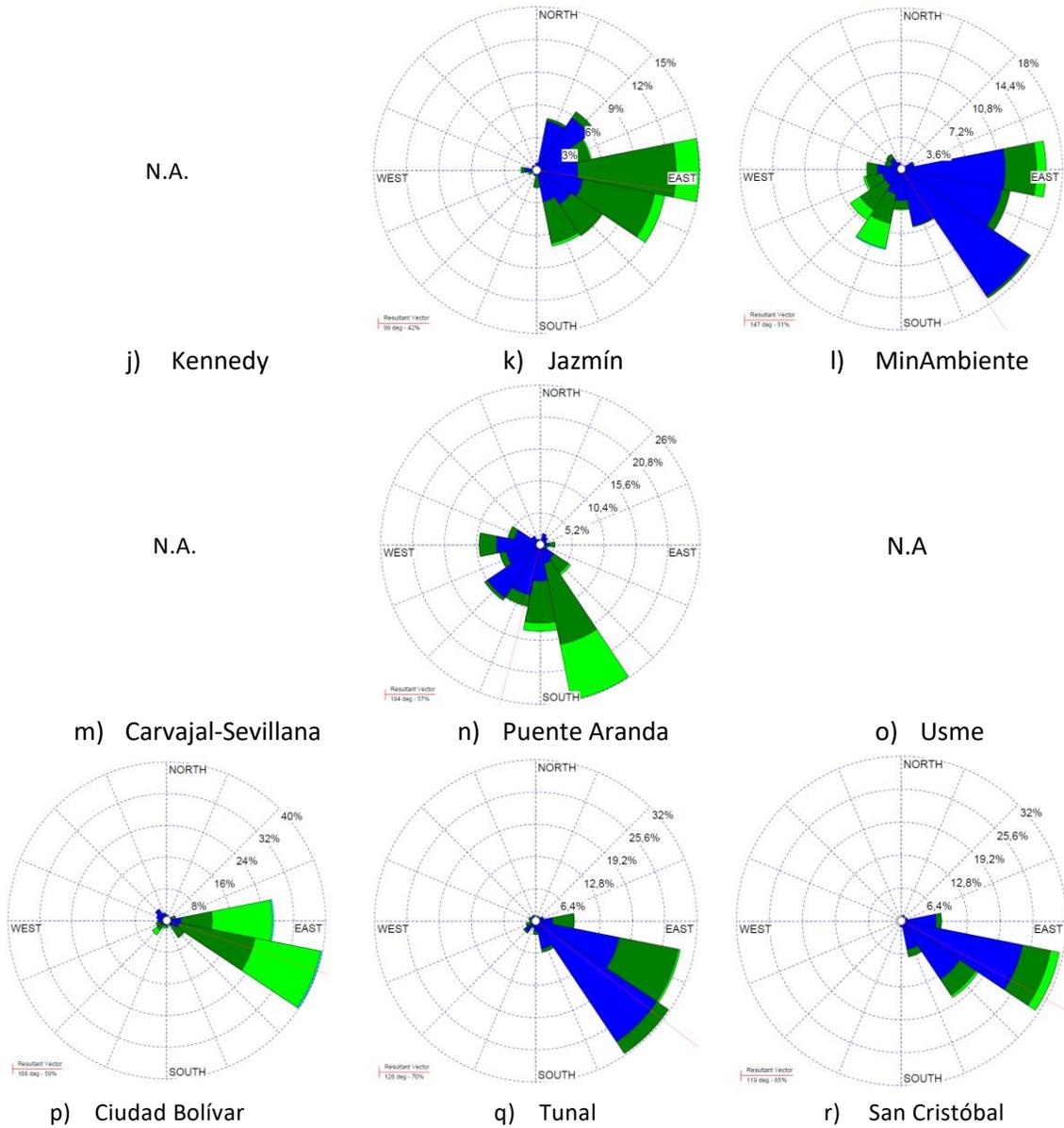


Figura 34. Rosas de los vientos – agosto de 2023

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

12.DECLARACIONES

- ✓ Los resultados relacionados en el presente informe mensual de calidad del aire corresponden únicamente a los parámetros y variables monitoreadas por los analizadores y sensores en las estaciones de la RMCAB, adicionalmente los resultados del informe sólo están relacionados con ítems ensayados y/o comprobados metrológicamente.
- ✓ El análisis realizado en el presente informe mensual corresponde a los datos recolectados por la Red de Monitoreo de Calidad el Aire de Bogotá – RMCAB durante el período comprendido entre el 01 y el 31 de agosto de 2023.
- ✓ Las concentraciones y resultados presentados en este informe de calidad del aire y en la página web se encuentran a condiciones de referencia, con el fin de que sean comparables con los niveles establecidos por la normatividad vigente.
- ✓ La identificación de las contribuciones a la incertidumbre de la medición de los equipos se documenta en el instructivo interno PA10-PR03-INS8 y su registro se consigna en el formato interno PA10-PR03-F12. Lo anterior se evalúa bajo una regla de decisión binaria de Aceptación Simple, en este caso el Límite de Aceptación corresponde al mismo Límite de Tolerancia, es decir el nivel máximo permisible que establece la Resolución 2254 de 2017 para cada contaminante y tiempo de exposición.
- ✓ Dentro del análisis del presente informe se declara la conformidad de la siguiente forma: CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean menores o iguales al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. NO CUMPLE: Todo valor de concentración en los tiempos de exposición que sean mayores al nivel máximo permisible de acuerdo con artículo No. 2, parágrafo No. 1 de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución o la que la adicione, modifique o sustituya. El criterio de incertidumbre se describe en los criterios de gestión metrológica.
- ✓ Este informe fue elaborado con base en el modelo de informe mensual establecido de la RMCAB relacionado en el procedimiento interno PA10-PR04 Análisis de datos, generación y publicación de informes de calidad del aire de Bogotá. Adicionalmente para la validación de los datos se tiene en cuenta lo definido en el procedimiento interno PA10-PR05- Revisión y Validación de datos de la RMCAB. Cabe resaltar que los procesos de monitoreo de contaminantes se realizan bajo los siguientes procedimientos internos, para los cuales se utiliza la última versión vigente cargada el aplicativo interno de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA “*Isolucion*”.

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

Tabla 4. Procedimientos Internos para la operación y calibración de equipos de la RMCAB

Código Procedimiento Interno	Nombre del Procedimiento Interno
PA10-PR02	Operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá
PA10-PR06	Monitoreo y revisión rutinaria de la operación analizadores, monitores de partículas y sensores meteorológicos
PA10-PR03	Aseguramiento de Calidad de los Resultados emitidos por el Laboratorio Ambiental SDA

La siguiente tabla presenta los factores de conversión de unidades que deben ser aplicados a las concentraciones de los gases en partes por millón (ppm) y en partes por billón (ppb) para ser convertidos a $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente:

Tabla 5. Factores de conversión de ppb y ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para concentraciones de gases

Gas	Multiplicar por	Para convertir
CO	1144.9	ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO ₂	2.6186	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	1.8804	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	1.9620	ppb a $\mu\text{g}/\text{m}^3$

El resultado de cada una de las conversiones se encuentra a una presión de 760 mm Hg y a una temperatura de 25°C, que son las condiciones de referencia según los términos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire.

El factor de conversión se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de Conversión [ppb o ppm]} = \frac{M * P}{R * T} * \frac{1}{1000} \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \text{ o } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \uparrow$$

Donde:

M: masa molar del gas contaminante [g/mol]

P: presión atmosférica [Pa]

R: constante universal de los gases ideales =

T: temperatura absoluta [K]

FIN DEL INFORME

	METROLOGIA, MONITOREO Y MODELACIÓN	
	Informe mensual de la Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá – RMCAB	
	Código: PA10-PR04-M3	Versión: 3

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto Administrativo y fecha
2	Se cambia el orden de los capítulos. El análisis de black carbon sale del capítulo de calidad del aire y pasa a tener un capítulo independiente. Se agrega un capítulo de gestiones administrativas de la RMCAB. Se agrega un capítulo de declaraciones.	Radicado No. 2021IE189371 del 7 de septiembre del 2021.
3	Se ajusta en el contenido de los apartados: resumen ejecutivo, comportamiento temporal y espacial de las concentraciones de O3, SO2, NO2 Y CO, eventos de contaminación atmosférica. Se incluye la dirección de la Secretaría Distrital de Ambiente en la hoja de los créditos del informe. Se ajusta el código del formato en el encabezado del documento.	Radicado No. 2023IE310196 del 01 de Enero del 2023.

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Daissy Lizeth Zambrano Bohórquez Cargo: Profesional de análisis de datos Fecha: 27/09/2022 Nombre: Luis Álvaro Hernández González Cargo: Líder Técnico RMCAB Fecha: 29/09/2022	Nombre: Hugo Enrique Sáenz Pulido Cargo: Subdirector de Calidad del Aire, Auditiva y Visual. Fecha: 30/09/2022 Nombre: Rodrigo Alberto Manrique Forero Cargo: Director de Control Ambiental Fecha: 30/09/2022	Nombre: Agosto Cesar Pulido Puerto Cargo: Subsecretario General Fecha: 01/12/2022